

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
29 mars 2001 (29.03.2001)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 01/21844 A1

(51) Classification internationale des brevets²: C21D 8/04,
C22C 38/00

(FR). GUTTMANN, Michel [FR/FR]; 3, rue des Turlures,
F-77290 Samois sur Seine (FR). SCHMITT, Jean-Hu-
bert [FR/FR]; 21bis, rue Saint Ladre, F-57950 Montigny
les Metz (FR). JUCKUM, Catherine [FR/FR]; 118, rue
de Javel, F-75015 Paris (FR). REGLE, Hélène [FR/FR];
30, rue de la Moselle, F-57680 Corny sur Moselle (FR).

(21) Numéro de la demande internationale:
PCT/FR00/02597

(22) Date de dépôt international:
20 septembre 2000 (20.09.2000)

(74) Mandataire: VENTAVOLI, Roger; Usinor - Direction
de la Propriété Industrielle, Immeuble "La Pacific", TSA
10001, F-92070 La Défense Cedex (FR).

(25) Langue de dépôt: français

(81) États désignés (*national*): BR, CA, CN, JP, US.

(26) Langue de publication: français

(84) États désignés (*régional*): brevet européen (AT, BE, CH,
CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT,
SE).

(30) Données relatives à la priorité:
99/11925 24 septembre 1999 (24.09.1999) FR

(71) Déposant (*pour tous les États désignés sauf US*): USI-
NOR [FR/FR]; Immeuble "La Pacific", La Défense 7,
11/13 Cours Valmy, F-92800 Puteaux (FR).

Publiée:
— *Avec rapport de recherche internationale.*
*En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abrévia-
tions, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et
abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de
la Gazette du PCT.*

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants (*pour US seulement*): FARAL,
Michel [FR/FR]; 42, rue des Trois Evêchés, F-57000 Metz

(54) Title: METHOD FOR MAKING CARBON STEEL BANDS, IN PARTICULAR PACKAGING STEEL BANDS, AND RE-
SULTING BANDS

(54) Titre: PROCEDE DE FABRICATION DE BANDES D'ACIER AU CARBONE, NOTAMMENT D'ACIER POUR EMBAL-
LAGES, ET BANDES AINSI PRODUITES

(57) Abstract: The invention concerns a method for making carbon steel bands, in particular packaging steel bands, which consists in: casting in the form of a thin steel band between 0.7 and 10 mm thick, directly from molten metal, steel having a composition adapted for use as packaging steel; hot rolling in-line said band, ending in the austenitic domain of said steel; forced cooling of said band at a speed of 80 to 400 °C/s ending in the ferritic domain of said steel; cold rolling said band at a reduction ratio of less than 85 % at least; and annealing said band. The invention also concerns a steel band, in particular for packaging, characterised in that it is obtainable by said above method.

(57) Abrégé: L'invention a pour objet un procédé de fabrication de bandes d'acier au carbone, notamment d'acier pour emballages, selon lequel: on coule sous forme d'une bande mince de 0,7 à 10 mm d'épaisseur, directement à partir de métal liquide, un acier ayant une composition adaptée à une utilisation comme acier pour emballage; on effectue une opération de laminage à chaud en ligne de ladite bande, se terminant dans le domaine austénitique dudit acier; on effectue un refroidissement forcé de ladite bande à une vitesse de 80 à 400 °C/s se terminant dans le domaine ferritique dudit acier; on effectue un laminage à froid de ladite bande à un taux de réduction de 85% au moins; et on effectue un recuit de la ladite bande. L'invention à également pour objet une bande d'acier, notamment d'acier pour emballages, caractérisée en ce qu'elle est susceptible d'être obtenue par le procédé précédent.

WO 01/21844 A1

**PROCEDE DE FABRICATION DE BANDES D'ACIER AU CARBONE,
NOTAMMENT D'ACIER POUR EMBALLAGES, ET BANDES AINSI
PRODUITES**

5 L'invention concerne la sidérurgie. Plus précisément, elle concerne la fabrication des bandes d'acier destinées à être transformées en emballages de faible épaisseur, tels que des boîtes pour boissons et aliments en conserve.

10 Le procédé classique de fabrication de bandes d'acier destinées à être ensuite transformées en emballages de faible épaisseur, notamment pour boissons et produits alimentaires, comporte les étapes suivantes :

- coulée continue de brames d'acier au carbone ;
- laminage à chaud de ces brames sur un train à bandes avec une température de fin de laminage supérieure à la température Ar₃ de la nuance considérée ;
- laminage à froid de la bande à chaud ainsi obtenue, ce laminage à froid pouvant être effectué en une étape unique, ou en deux étapes pouvant être séparées par un traitement thermique, selon l'épaisseur finale désirée pour la bande ;
- recuit de la bande à froid ainsi obtenue, par recuit base ou recuit continu.

15 Dans la pratique, les épaisseurs des bandes finales après laminage à froid et recuit sont de l'ordre de 0,09 à 0,40 mm. Ces bandes sont ensuite découpées en feuilles et/ou en flans, qui sont emboutis pour former les emballages recherchés.

20 Cette filière de fabrication est longue et coûteuse en énergie, du fait qu'elle nécessite l'utilisation d'installations séparées. En particulier, le laminage des brames sur le train à bandes est onéreux, notamment parce que ces brames doivent préalablement être réchauffées à haute température. D'autre part, le train à bandes est un outil nécessitant un investissement élevé.

25 Cet inconvénient peut être contourné en remplaçant l'ensemble coulée continue-four de réchauffage-train à bandes par une installation de coulée directe de bandes minces d'épaisseur inférieure à 10 mm. Cette solution a été proposée dans le document JP 09-001207, qui enseigne de couler directement à partir de métal liquide, sur une installation de coulée entre deux cylindres contrarotatifs refroidis intérieurement, des bandes dont la composition correspond à une nuance classique d'acières pour emballages (C% ≤ 0,15 ; Mn% ≤ 0,6 ; P% ≤ 0,025 ; S% ≤ 0,025 ; Al% ≤ 0,12% ; N% ≤ 0,01 ; O_{total}% ≤ 0,007%, toutes ces teneurs étant exprimées en pourcentages pondéraux). La bande ainsi coulée subit ensuite un décapage, un premier laminage à froid, un recuit de recristallisation et un second laminage à froid. Le taux de réduction total subi par la bande lors des laminages à froid est compris entre 85 et 95% si on veut obtenir des résultats satisfaisants sur le taux des cornes d'emboutissage, le coefficient d'anisotropie \bar{r} et l'anisotropie planaire Δr . La coulée entre cylindres peut être suivie par un léger laminage à chaud avec un taux de réduction de 20 à 50%, voire davantage. La fabrication de la bande à chaud qui doit ensuite subir le laminage

à froid et les traitements associés est ainsi plus rapide et plus économique. Toutefois, la nécessité de procéder ensuite à un laminage à froid en deux étapes séparées par un recuit tempère ces avantages.

Le but de l'invention est de proposer un procédé plus économique que les procédés connus pour l'obtention de bandes d'acier laminées à froid utilisables pour la fabrication d'emballages, notamment pour emballages alimentaires tels que des boîtes-boisson.

A cet effet, l'invention a pour objet un procédé de fabrication de bandes d'acier au carbone, notamment d'acier pour emballages, selon lequel :

- on coule sous forme d'une bande mince de 0,7 à 10 mm d'épaisseur, directement à partir de métal liquide, un acier ayant une composition adaptée à une utilisation comme acier pour emballage ;
- on effectue une opération de laminage à chaud en ligne de ladite bande, se terminant dans le domaine austénitique dudit acier ;
- on effectue un refroidissement forcé de ladite bande à une vitesse de 80 à 400°C/s se terminant dans le domaine ferritique dudit acier ;
- on effectue un laminage à froid de ladite bande à un taux de réduction de 85% au moins ;
- et on effectue un recuit de ladite bande.

L'invention a également pour objet une bande d'acier au carbone, notamment d'acier pour emballages, caractérisée en ce qu'elle est susceptible d'être obtenue par le procédé précédent.

Comme on l'aura compris, l'invention repose sur l'utilisation d'un procédé de coulée entre cylindres suivi d'au moins une étape de laminage à chaud en ligne et d'un refroidissement particulier de la bande. On obtient ainsi une bande à chaud qui tolère de ne subir ensuite qu'une seule étape de laminage à froid (hormis le classique passage final au skin-pass) pour se voir conférer les propriétés qui la rendent adaptée à la fabrication d'acières pour emballages.

L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui suit.

Le procédé selon l'invention commence par la coulée sous forme de bandes minces de 0,7 à 10 mm d'épaisseur (préférentiellement de 1 à 4 mm) d'un demi-produit à basse ou ultra-basse teneur en carbone d'un acier pouvant être utilisé pour l'emballage de composition classique. Cette composition, pour les principaux éléments présents, répond aux critères principaux (les pourcentages sont exprimés en pourcentages pondéraux) : $0\% \leq C \leq 0,15\%$; $0\% \leq Mn \leq 0,6\%$; $0\% \leq P \leq 0,025\%$; $0\% \leq S \leq 0,05\%$; $0\% \leq Al \leq 0,12\%$; $0\% \leq N \leq 0,04\%$. Cet acier contient en outre des impuretés habituelles résultant de l'élaboration, et éventuellement des éléments d'alliage en faible quantité qui n'affecteront pas défavorablement les propriétés des produits lors de leur mise en forme ou de leur utilisation comme aciers pour emballages (il est ainsi connu, dans certains aciers pour

emballage, d'introduire quelques millièmes de % de bore), le reste étant du fer. Les éléments d'alliage, en général absents, peuvent, éventuellement, être présents en des teneurs pouvant aller jusqu'à 1% ; Ces éléments sont notamment Si, Cr, Ni, Mo, Cu. Pour des raisons réglementaires, certains éléments d'alliages doivent être exclus lorsque l'acier est destiné à l'emballage ; ces éléments sont par exemple le plomb, le cadmium et l'arsenic.

La coulée continue de bandes minces directement à partir de métal liquide est une technique qui est expérimentée depuis plusieurs années pour la coulée d'acières au carbone, d'acières inoxydables et d'autres alliages ferreux. La technique la plus couramment utilisée en coulée de bandes minces d'alliages ferreux, et qui est en train de parvenir au stade industriel, est la technique dite de « coulée entre cylindres », selon laquelle on introduit du métal liquide entre deux cylindres rapprochés à axes horizontaux, mis en rotation en sens inverses et refroidis intérieurement. L'espace de coulée est obturé latéralement par des plaques en réfractaire appliquées contre les faces latérales planes des cylindres. Des « peaux » de métal solidifié se forment sur chacun des cylindres, et se rejoignent au niveau du col (la zone où l'écart entre les surfaces latérales cylindriques des cylindres est le plus faible et correspond sensiblement à l'épaisseur désirée pour la bande) pour former une bande solidifiée. Cette technique est particulièrement recommandée pour l'invention parce qu'elle donne accès aux épaisseurs de bande de quelques mm, et on s'y référera dans la suite de la description. Mais on peut utiliser d'autres procédés de coulée directe de bandes minces, tels que la coulée entre deux bandes en défilement qui permet de couler des produits un peu plus épais que la coulée entre cylindres. Toutefois, l'un des avantages de la coulée entre cylindres est la possibilité d'obtenir, si nécessaire, des profils d'épaisseur de la bande en sens travers extrêmement plats, grâce à l'excellente maîtrise du bombé des cylindres que permettent les modes de mise en pratique de ce procédé les plus évolués (voir, par exemple, le document EP 0 736 350).

A sa sortie des cylindres, la bande traverse, de préférence, une zone telle qu'une enceinte inertée par une insufflation de gaz, où elle est soumise à un environnement non oxydant (une atmosphère neutre d'azote ou d'argon, voire une atmosphère comportant une certaine proportion d'hydrogène pour la rendre réductrice), afin d'éviter ou de limiter la formation de calamine à sa surface. En sortie de cette zone d'inertage on peut également placer un dispositif de décalaminage de la bande par projection de grenailles ou de CO₂ solide sur sa surface ou par brossage, afin d'éliminer la calamine qui aurait pu se former malgré les précautions prises. On peut également choisir de laisser se former la calamine de façon naturelle sans chercher à interer l'atmosphère environnant la bande, puis d'éliminer cette calamine par un dispositif tel qu'on vient de le décrire. La présence de calamine sur la bande n'est, en général, pas souhaitée, à cause des risques d'incrustation de cette calamine dans la surface de la bande lors des laminages ultérieurs. De telles incrustations conduisent

à un médiocre état de surface des produits. De plus, la calamine augmente les efforts de laminage à appliquer, et dégrade l'état de surface des cylindres du laminoir.

Autant que possible immédiatement après la sortie de la bande de l'installation d'inertage ou de décalaminage, s'il y en a une, a lieu une opération de laminage à chaud de la bande, suivie par un refroidissement fort. Le but de ce traitement est d'obtenir une bande ayant :

- une épaisseur inférieure à 3 mm (typiquement 0,9 mm) qui, en liaison avec les taux de réduction qui seront pratiqués lors du laminage à froid qui suivra, permettra d'obtenir des bandes finales ayant l'épaisseur souhaitée ;

10 - une structure métallurgique qui, toujours en liaison avec les traitements ultérieurement subis par la bande, permet d'obtenir sur la bande les propriétés mécaniques requises pour l'utilisation future du métal, par exemple comme acier pour emballages ;

- un profil travers plus plat que ceux obtenus avec les procédés conventionnels.

Pour parvenir à ce résultat, deux variantes de schémas de fabrication sont 15 proposées.

Selon la première variante, on effectue une unique étape de laminage à chaud de la bande, se terminant à une température supérieure à la température Ar_1 de l'acier coulé, autrement dit dans le domaine austénitique. Ce laminage à chaud s'effectue avec un taux de réduction minimal de 20%, et préférentiellement ce taux est supérieur à 50%. Ce laminage 20 à chaud a pour fonctions :

- de refermer les porosités qui peuvent être présentes au cœur de la bande après sa coulée ;

- de « casser » la microstructure de solidification ;

25 - et d'améliorer l'état de surface de la bande en écrasant les reliefs qui peuvent être présents à la surface de la bande, en particulier lorsqu'on a utilisé lors de la coulée des cylindres présentant une relativement forte rugosité qui peut être avantageuse pour l'optimisation des transferts thermiques entre les cylindres et les peaux solidifiées.

Cette unique étape de laminage à chaud peut être effectuée au moyen du passage 30 de la bande dans une seule cage de laminoir. Elle peut aussi être effectuée de façon plus progressive en faisant passer la bande dans deux cages de laminoir ou plus. La première cage peut, par exemple, appliquer à la bande un taux de réduction seulement suffisant pour refermer les porosités, et la deuxième cage assure alors la majeure partie de la réduction d'épaisseur permettant de remplir les deux autres fonctions du laminage à chaud. L'essentiel est que le taux de réduction global provoqué par ce ou ces passages dans la ou 35 les cages successives et la température de la bande après son passage dans la dernière cage se situent dans les gammes de valeurs prescrites.

Selon la seconde de ces variantes, le laminage à chaud s'effectue en deux étapes, séparées par un réchauffage, et éventuellement par un décalaminage. La première de ces étapes s'effectue soit dans le domaine austénitique, soit dans le domaine ferritique de la

bande coulée, avec un taux de réduction de 20 à 70%. Elle a des fonctions identiques à celles de l'étape unique de laminage à chaud de la première variante, et peut aussi être effectuée par le passage de la bande dans une ou plusieurs cages de laminoir successives. Préférentiellement, cette première étape de laminage a lieu dans le domaine ferritique 5 lorsqu'on veut obtenir une épaisseur finale de la bande faible, car de moindres efforts sont nécessaires pour déformer la bande de manière régulière sur toute sa largeur que lorsque la bande est dans le domaine austénitique. Lorsqu'on réalise cette première étape de laminage à chaud en la répartissant sur plusieurs cages, il est cependant envisageable de débuter cette première étape dans le domaine austénitique, par exemple par un laminage relativement 10 léger qui viserait principalement à refermer les porosités, et de la terminer dans le domaine ferritique où on réalisera le restant de la réduction d'épaisseur. Après cette première étape de laminage à chaud, on laisse la bande se refroidir jusque dans le domaine ferritique si elle ne s'y trouve pas déjà (au besoin à l'aide d'un léger refroidissement forcé), puis on lui applique un traitement thermique de réchauffage qui la ramène dans le domaine austénitique, donc au-dessus de la température Ar_3 . On provoque ainsi un changement de 15 phase supplémentaire dans la bande, ce qui a pour conséquence un affinement encore plus poussé des grains de la structure métallurgique. Puis on réalise la seconde étape de laminage à chaud, dans le domaine austénitique, avec un taux de réduction de 10 à 30%. Ce second laminage à chaud a pour fonction essentielle de corriger les défauts géométriques 20 (mauvaise planéité, sabre...) que le premier laminage à chaud a pu provoquer. Le réchauffage intermédiaire peut être réalisé au moyen d'un inducteur que traverse la bande. Pour une bande d'épaisseur 0,75 mm et de largeur 850 mm défilant à une vitesse de 200 m/mn, une puissance de 1,04 MW est nécessaire si une élévation de température de 100°C est recherchée. En conséquence, si on utilise un inducteur à solénoïde en flux longitudinal 25 fonctionnant à 500 kHz, dont le rendement est habituellement de l'ordre de 45%, une longueur d'inducteur de 2 m environ (dont 1,5 m de zone utile) est adaptée à cet usage. Si la bande a une épaisseur plus faible, on peut utiliser la technologie de chauffage par induction sous flux transverse, décrite notamment dans le document « High flux induction for the fast heating of steel semi-product in line with rolling » (Proceedings of the XIII 30 International Congress on Electricity Applications, Birmingham, June 1996). Mais de manière générale, d'autres technologies plus conventionnelles, telles qu'un four à moufle sous atmosphère contrôlée, ou des tubes radiants, peuvent être utilisées pour assurer ce réchauffage.

Les deux variantes qui viennent d'être décrites ont donc pour point commun de se 35 terminer par un laminage effectué sur la bande en phase austénitique, qui s'achève donc au-dessus de la température Ar_3 . Dans les deux cas, le procédé selon l'invention se poursuit par un refroidissement de la bande qui comporte une étape de refroidissement forcé à une vitesse de 80 à 400°C/s, préférentiellement 100 à 300°C/s. Ce refroidissement s'achève dans le domaine ferritique de l'acier coulé, et en général amène la bande à une température

proche de sa température de bobinage. Il a pour but d'éviter une croissance trop importante de la taille des grains avant le bobinage et pendant le séjour de la bande sous forme de bobine. Cette température de bobinage est typiquement inférieure à 750°C. Pour les nuances calmées à l'aluminium, la température de bobinage peut être choisie aux environs 5 de 550°C ou 600°C ou 700°C afin de favoriser plus ou moins la précipitation de nitrures d'aluminium.

Il est important pour la fiabilité de l'obtention des propriétés recherchées pour la bande que ce refroidissement forcé s'effectue de manière homogène sur toute la largeur de la bande. On peut chiffrer à 10°C l'amplitude maximale souhaitable des différences de 10 température d'un point à un autre de la largeur de la bande à un instant donné. Cette homogénéité est plus difficile à garantir si la vitesse de refroidissement est élevée, ce qui motive la recommandation d'une vitesse maximale de 400°C/s. Inversement, une vitesse minimale de 80°C/s assure que le refroidissement aura l'efficacité métallurgique souhaitée. De telles vitesses de refroidissement peuvent être obtenues, notamment, par projection 15 d'eau au moyen de gicleurs à haute pression, ou par projection d'un mélange eau-air ou similaire (atomisation). Ce refroidissement forcé peut débuter juste après le laminage austénitique de la bande, mais il est conseillé de ne le débuter qu'après avoir laissé la bande se refroidir à faible vitesse (environ 10°C/s, ce qui est accessible par une simple exposition à l'air libre) et passer dans le domaine ferritique, donc en dessous de Ar₃. De cette façon, 20 on profite pleinement de l'affinement du grain lié au changement de phase austénite-ferrite, alors qu'un refroidissement rapide qui débuterait dans le domaine austénitique gênerait sensiblement l'homogénéité de la microstructure. Il est à noter cependant que le refroidissement accéléré ne doit pas débuter, de préférence, à une température inférieure à Ar₃ – 10°C.

25 De manière générale, l'utilisation d'un refroidissement rapide avant bobinage permet d'éviter la présence de gros grains en peau de la bande, qui sont particulièrement indésirables sur les aciers pour emballages. En effet, ceux-ci doivent avoir, après laminage à froid, une très grande homogénéité de leurs caractéristiques finales.

La bande bobinée puis débobinée subit ensuite un laminage à froid à un taux de 30 réduction d'au moins 85%, de préférence plus de 90%. Ce laminage à froid peut parfaitement être exécuté par simple réduction, c'est à dire en une seule étape, et non impérativement en deux étapes avec recuit intermédiaire comme c'était le cas dans le document JP 09-001207 déjà cité (laminage à froid à double réduction). On obtient des aptitudes à l'emboutissage comparables à celles obtenues par les procédés connus, et on a 35 accès à des épaisseurs de bande plus faibles que les 0,09 mm des procédés connus sans pour autant devoir recourir à un laminage à froid à double réduction. Si on ne désire pas obtenir de bandes plus fines qu'habituellement, on peut obtenir les épaisseurs classiques avec de moindres taux de réduction lors du laminage à froid, ce qui est plus économique. Il est, bien entendu, possible de réaliser un laminage à froid de la bande en double réduction

si on désire obtenir une épaisseur encore plus faible ou des caractéristiques mécaniques plus élevées.

5 A titre indicatif, on peut présenter le tableau 1 qui donne des exemples d'épaisseurs finales de la bande en fonction de son épaisseur initiale après coulée et des taux de laminage appliqués lors des étapes de laminage à chaud (en une ou deux étapes selon la variante choisie) et de laminage à froid.

| Epaisseur de la bande coulée (mm) | Taux de laminage à chaud (%) | Epaisseur de la bande à chaud (mm) | Taux de laminage à froid (%) | Epaisseur finale de la bande (mm) |
|-----------------------------------|------------------------------|------------------------------------|------------------------------|-----------------------------------|
| 3 | 65 | 1,05 | 85 à 92 | 0,158 à 0,084 |
| 3 | 70 | 0,9 | 85 à 92 | 0,135 à 0,072 |
| 2 | 60 | 0,8 | 85 à 92 | 0,12 à 0,064 |
| 1,5 | 50 | 0,75 | 85 à 92 | 0,113 à 0,060 |

10 Tableau 1 : Epaisseur des bandes obtenues en fonction des divers paramètres de coulée et
de laminage

Après le laminage à froid, la bande subit le recuit (base ou continu) habituel destiné à lui conférer ses propriétés mécaniques. Ce recuit peut être suivi, comme d'habitude, par un décapage, un revêtement et/ou un passage au skin-pass.

15 Les vitesses de sortie de la bande du lamoir à chaud étant de l'ordre de 250 m/mn ou moins, ces vitesses sont compatibles avec une mise sur une ligne unique de ce lamoir (donc de la ligne de coulée dans son ensemble) et d'une ou plusieurs des opérations de laminage à froid, de recuit et de traitement à froid des aciers pour emballage, dont le débit de métal est compatible avec celui du lamoir à chaud. On peut citer comme 20 exemples de telles opérations, outre le décapage et le skin-pass pouvant suivre le recuit, un laquage, un vernissage, un dépôt de polymère, par exemple par coextrusion, un dépôt sous vide par plasma ou bombardement électronique, un revêtement métallique par électrodéposition. Si l'opération de laminage à froid a lieu en ligne avec l'opération de coulée et de laminage à chaud, cela implique la suppression de l'étape de bobinage de la 25 bande.

Si l'invention trouve un domaine d'application privilégié dans la fabrication de bandes d'acier destinées à être embouties pour former des emballages pour boissons ou aliments en conserve, il va de soi qu'elle peut s'appliquer à la fabrication de bandes d'acier destinés à d'autres usages pour lesquels des qualités similaires seraient exigées pour les 30 bandes produites.

REVENDICATIONS

- 1) Procédé de fabrication de bandes d'acier au carbone, notamment d'acier pour emballages, selon lequel :
 - on coule sous forme d'une bande mince de 0,7 à 10 mm d'épaisseur, directement à partir de métal liquide, un acier ayant une composition adaptée à une utilisation comme acier pour emballage ;
 - on effectue une opération de laminage à chaud en ligne de ladite bande, se terminant dans le domaine austénitique dudit acier ;
 - on effectue un refroidissement forcé de ladite bande à une vitesse de 80 à 400°C/s se terminant dans le domaine ferritique dudit acier ;
 - on effectue un laminage à froid de ladite bande à un taux de réduction de 85% au moins ;
 - et on effectue un recuit de ladite bande.
- 2) Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que ladite bande est coulée entre deux cylindres horizontaux mis en rotation en sens inverses refroidis intérieurement.
- 3) Procédé selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que ladite opération de laminage à chaud est effectuée en une étape unique avec un taux de réduction d'au moins 20%.
- 4) Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce que ladite opération de laminage à chaud est effectuée en une étape unique avec un taux de réduction d'au moins 50%.
- 5) Procédé selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que ladite opération de laminage à chaud est effectuée en deux étapes, en ce que la première de ces étapes est effectuée avec un taux de réduction de 20 à 70%, en ce qu'après cette première étape, on réchauffe la bande de manière à la faire passer du domaine ferritique dans le domaine austénitique dudit acier, et en ce qu'on effectue ensuite la seconde étape de laminage avec un taux de réduction de 10 à 30%, celle-ci se terminant dans le domaine austénitique dudit acier.
- 6) Procédé selon la revendication 5, caractérisé en ce que ladite première étape est effectuée entièrement dans le domaine ferritique dudit acier.
- 7) Procédé selon la revendication 5, caractérisé en ce que ladite première étape est effectuée pour partie dans le domaine austénitique et pour partie dans le domaine ferritique dudit acier.
- 8) Procédé selon l'une des revendications 1 à 7, caractérisé en ce qu'après sa coulée, on fait traverser à la bande une zone où elle est soumise à un environnement non oxydant.
- 9) Procédé selon l'une des revendications 1 à 8, caractérisé en ce qu'avant et/ou pendant le laminage à chaud on soumet la bande à une opération de décalaminage.

10) Procédé selon l'une des revendications 1 à 9, caractérisé en ce que ledit refroidissement forcé est effectué à une vitesse de 100 à 300°C/s.

11) Procédé selon l'une des revendications 1 à 10, caractérisé en ce que ledit refroidissement forcé débute lorsque la bande se trouve dans le domaine ferritique dudit acier.

12) Procédé selon l'une des revendications 1 à 11, caractérisé en ce que la bande est bobinée à une température inférieure à 750°C entre le refroidissement forcé et le laminage à froid.

13) Procédé selon l'une des revendications 1 à 12, caractérisé en ce que le taux de réduction du laminage à froid est d'au moins 85%.

14) Procédé selon l'une des revendications 1 à 13, caractérisé en ce que ledit laminage à froid est effectué en une seule étape.

15) Bande d'acier au carbone, notamment d'acier pour emballages, caractérisée en ce qu'elle est susceptible d'être obtenue par le procédé selon l'une des revendications 1 à 14.

16) Bande d'acier au carbone selon la revendication 15, caractérisée en ce que l'acier a pour composition en pourcentages pondéraux C ≤ 0,15% ; Mn ≤ 0,6% ; P ≤ 0,025% ; S ≤ 0,05% ; Al ≤ 0,12% ; N ≤ 0,04%, le reste étant du fer, des impuretés résultant de l'élaboration, et éventuellement des éléments d'alliage n'empêchant pas l'utilisation de ladite bande pour fabriquer des aciers pour emballages.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/FR 00/02597

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 C21D8/04 C22C38/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 C21D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category ° | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|------------|--|-----------------------|
| A | EP 0 776 984 A (NIPPON STEEL CORP) 4 June 1997 (1997-06-04) ---- | |
| A | EP 0 572 666 A (NIPPON STEEL CORP) 8 December 1993 (1993-12-08) ---- | |
| A | DE 23 57 443 A (NIPPON STEEL CORP) 30 May 1974 (1974-05-30) ---- | |
| A | PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1995, no. 08, 29 September 1995 (1995-09-29) & JP 07 118735 A (NIPPON STEEL CORP), 9 May 1995 (1995-05-09) abstract ----- | |

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority, claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

T later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

X document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

Y document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

& document member of the same patent family

Date of the actual completion of the International search

Date of mailing of the international search report

5 December 2000

12/12/2000

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl.
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Mallet, G

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

| | |
|-----------------|-------------------|
| Intern: | al Application No |
| PCT/FR 00/02597 | |

| Patent document cited in search report | | Publication date | Patent family member(s) | Publication date |
|--|---|------------------|---|--|
| EP 0776984 | A | 04-06-1997 | JP 2750096 B JP 8300037 A AU 692098 B AU 5516296 A BR 9606359 A KR 207836 B RU 2125616 C US 5947182 A US 5875831 A AU 703836 B AU 6062198 A WO 9635816 A ZA 9603587 A | 13-05-1998 19-11-1996 28-05-1998 29-11-1996 23-06-1998 15-07-1999 27-01-1999 07-09-1999 02-03-1999 01-04-1999 11-06-1998 14-11-1996 06-12-1996 |
| EP 0572666 | A | 08-12-1993 | DE 69225395 D DE 69225395 T ES 2114932 T WO 9214854 A CA 2061519 A | 10-06-1998 10-09-1998 16-06-1998 03-09-1992 21-08-1992 |
| DE 2357443 | A | 30-05-1974 | JP 1071673 C JP 49074615 A JP 53038690 B US 3879232 A | 30-11-1981 18-07-1974 17-10-1978 22-04-1975 |
| JP 07118735 | A | 09-05-1995 | NONE | |

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

| | |
|--|--|
| | Demande internationale No PCT/FR 00/02597 |
|--|--|

| |
|--|
| A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE CIB 7 C21D8/04 C22C38/00 |
|--|

| |
|---|
| Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB |
|---|

| |
|---|
| B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE |
|---|

| |
|---|
| Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) |
|---|

| |
|------------|
| CIB 7 C21D |
|------------|

| |
|---|
| Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche |
|---|

| |
|--|
| Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés) |
|--|

| |
|-------------------|
| EPO-Internal, PAJ |
|-------------------|

| |
|--|
| C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS |
|--|

| Catégorie * | Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents | no. des revendications visées |
|-------------|--|-------------------------------|
| A | EP 0 776 984 A (NIPPON STEEL CORP) 4 juin 1997 (1997-06-04) ---- | |
| A | EP 0 572 666 A (NIPPON STEEL CORP) 8 décembre 1993 (1993-12-08) ---- | |
| A | DE 23 57 443 A (NIPPON STEEL CORP) 30 mai 1974 (1974-05-30) ---- | |
| A | PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1995, no. 08, 29 septembre 1995 (1995-09-29) & JP 07 118735 A (NIPPON STEEL CORP), 9 mai 1995 (1995-05-09) abrégé ----- | |

| |
|---|
| <input type="checkbox"/> Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents |
|---|

| |
|--|
| <input checked="" type="checkbox"/> Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe |
|--|

* Catégories spéciales de documents cités:

- *A* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- *E* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- *L* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- *O* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- *P* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

T document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

X document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

Y document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

& document qui fait partie de la même famille de brevets

| |
|---|
| Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée |
|---|

| |
|--|
| Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale |
|--|

| |
|-----------------|
| 5 décembre 2000 |
|-----------------|

| |
|------------|
| 12/12/2000 |
|------------|

| |
|---|
| Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale |
|---|

| |
|------------------------|
| Fonctionnaire autorisé |
|------------------------|

| |
|--|
| Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040. Tx. 31 651 epo nl. Fax: (+31-70) 340-3016 |
|--|

| |
|-----------|
| Mollet, G |
|-----------|

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demar Internationale No
PCT/FR 00/02597

| Document brevet cité au rapport de recherche | | Date de publication | Membre(s) de la famille de brevet(s) | Date de publication |
|---|---|------------------------|---|--|
| EP 0776984 | A | 04-06-1997 | JP 2750096 B JP 8300037 A AU 692098 B AU 5516296 A BR 9606359 A KR 207836 B RU 2125616 C US 5947182 A US 5875831 A AU 703836 B AU 6062198 A WO 9635816 A ZA 9603587 A | 13-05-1998 19-11-1996 28-05-1998 29-11-1996 23-06-1998 15-07-1999 27-01-1999 07-09-1999 02-03-1999 01-04-1999 11-06-1998 14-11-1996 06-12-1996 |
| EP 0572666 | A | 08-12-1993 | DE 69225395 D DE 69225395 T ES 2114932 T WO 9214854 A CA 2061519 A | 10-06-1998 10-09-1998 16-06-1998 03-09-1992 21-08-1992 |
| DE 2357443 | A | 30-05-1974 | JP 1071673 C JP 49074615 A JP 53038690 B US 3879232 A | 30-11-1981 18-07-1974 17-10-1978 22-04-1975 |
| JP 07118735 | A | 09-05-1995 | AUCUN | |